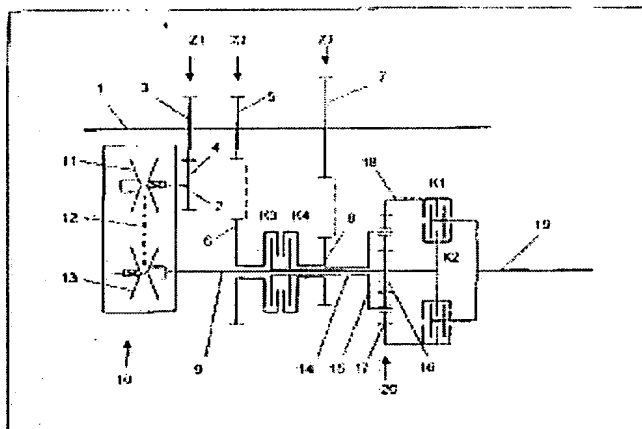


# Infinitely variable gearbox with torque division for a variable speed gear has hydraulically operated non-positive switching elements and two primary taper disks on an idler shaft

**Patent number:** DE10021760  
**Publication date:** 2001-11-08  
**Inventor:** ARAIN ABDUL QAYYUM [DE]  
**Applicant:** ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]  
**Classification:**  
- **International:** F16H37/08  
- **European:** F16H37/08C1B  
**Application number:** DE20001021760 20000504  
**Priority number(s):** DE20001021760 20000504

## Abstract of DE10021760

A torque division has infinitely variable control. A convergent gear mechanism (CGM) (20) has hydraulically operated non-positive switching elements (K1-K4). There are two primary taper disks (PTD) (11) for a variable speed gear (10) on an idler shaft (2) and a drive shaft (1) operates via two gear cogs (Z1,3,4). Two secondary taper disks (13) are driven by the PTD via a belt-wrap device (12) and connect to a sun wheel (16) in the CGM via a secondary shaft (9).



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

## DE 100 21 760 A 1

51 Int. Cl. 7:  
F 16 H 37/08

21 Aktenzeichen: 100 21 760.5  
22 Anmeldetag: 4. 5. 2000  
43 Offenlegungstag: 8. 11. 2001

DE 100 21 760 A 1

71 Anmelder:  
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

72 Erfinder:  
Arain, Abdul Qayyum, Dipl.-Ing., 94136 Thyrnau, DE

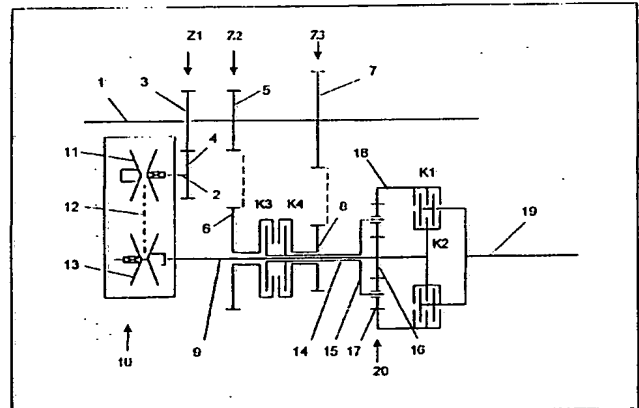
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 197 28 611 A1  
DE 16 25 030 A  
DE 15 55 188 B  
EP 01 05 515 A1  
EP 00 71 801 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Leistungsverzweigtes stufenloses Getriebe

57 Das Getriebe mit einem stufenlos regelbaren Leistungszweig und einem Summierungsgetriebe (20) mit hydraulisch betätigten, kraftschlüssigen Schaltelementen (K1, K2, K3, K4) weist ein Primärkegelscheibenpaar (11) eines Variators (10) auf einer Vorgelegewelle (2) auf und wird über ein Zahnradpaar Z1 (3, 4) von einer Antriebswelle (1) angetrieben, wobei ein Sekundärscheibenkegel-paar (13), das von dem Primärkegelscheibenpaar (11) über ein Umschlingungsorgan (12) angetrieben wird und über die Sekundärwelle (9) mit einem Sonnenrad (16) des Summierungsgetriebes (20) verbunden ist.



DE 100 21 760 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein stufenloses Getriebe für Kraftfahrzeuge, insbesondere für Arbeitsmaschinen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Das Getriebe besteht aus einem stufenlos regelbaren Leistungsweig mit einem Variator als Umschlingungsgetriebe und einem Planetensatz als Summierungsgetriebe.

[0002] Grundsätzlich gilt für Getriebe mit Leistungsverzweigung, daß die Größe des stufenlos regelbaren Leistungsweiges um so kleiner ist, je kleiner der Wandlungsbereich ist, andererseits aber die Anzahl der Schaltelemente und damit der Schaltaufwand mit der Anzahl der Schaltbereiche zunimmt.

[0003] Stufenlose oder CVT-Getriebe sind in der Regel Ein- oder Zweibereichssysteme. Damit ist der Wandlungsbereich des Wandlers groß, wobei der Anteil der Leistung, die über den Wandler fließt, hoch ist sie finden bevorzugt Anwendung bei Fahrzeugen der unteren bis mittleren Leistungsklasse.

[0004] In der DE A 197 28 611 der Anmelderin ist ein stufenloses Getriebe mit zwei Fahrbereichen beschrieben, das als Leistungsverzweigungsgetriebe mit einem Leistungsweig mit stufenlos regelbarer Drehzahl in Form eines Variators und mit einem mechanischen Leistungsweig ausgebildet ist. Im ersten Fahrbereich wird der mechanische Leistungsweig und der Variator mit einem Summierungsgetriebe gekoppelt. In dem zweiten Fahrbereich ist der mechanische Leistungsweig offen, wobei die gesamte Leistung direkt von dem Variator übertragen wird. Die beiden durch Kupplungen schaltbaren Fahrbereiche können wahlweise über eine erste Kupplung für Vorwärtsfahrt und über eine zweite Kupplung für Rückwärtsfahrt mit der Getriebeantriebswelle verbunden werden. Diese beiden Kupplungen sind als Doppelkupplung ausgebildet, die als Anfahrkupplung und als Reversiereinheit dient. Bei diesem stufenlosen Getriebe sind das Anfahren und das Reversieren leicht zu regeln, wobei hohe Drehmomente am Variator vermieden werden.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein stufenloses Getriebe zu schaffen, das in Bezug auf Schaltbereiche optimiert ist und bei ausreichend großem Wandlungsbereich gegenüber dem Stand der Technik die Verwendung kleinerer Variatoren bzw. bei gleich großen Variatoren höhere Leistungübertragung ermöglicht.

[0006] Sie wird gemäß der Erfindung durch die Merkmale des Anspruch 1 gelöst; vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0007] Durch die Erfindung wird ein mechanisches, leistungsverzweigtes Getriebe mit drei Fahrbereichen geschaffen. Für die Schaltung der drei Bereiche sind vier Kupplungen und ein Planetensatz erforderlich. Der Antrieb des Variators erfolgt über eine Eingangskonstante, damit die Antriebsdrehzahl des Variators anwendungsbezogen angepaßt werden kann. Das Getriebe kann je nach Anwendungsfall durch die entsprechende Festlegung der mechanischen Übersetzungen voll stufenlos, d. h. mit Anfahrsgeschwindigkeit gleich 0 km/h, oder mit definierter Anfahrsgeschwindigkeit mit Anfahrkupplung, Kriechgang usw. realisiert werden. In den Endstellungen der Fahrbereiche weisen die zu schaltenden Schaltelemente des Getriebes jeweils Synchrone Drehzahlen auf.

[0008] Das erfindungsgemäß ausgestaltete stufenlose Getriebe bietet den Vorteil einer einfachen Bauweise und optimalen Auslegung der Fahrbereiche, sodass der Wandler weder zu groß ausgelegt werden muß, noch überlastet wird.

[0009] Des weiteren wird der Vorteil erzielt, dass das erfindungsgemäße stufenlose Getriebe für eine höhere Lei-

stungsübertragung als bisher verwendbar ist. Damit können die hydrostatisch-mechanischen Getriebe in deren unteren Leistungsklasse durch wirtschaftlichere CVT-Getriebe ersetzt werden.

5 [0010] Die maximale Drehzahl des Summierungsgetriebes liegt dabei höher als die maximale Ausgangsdrehzahl des Wandlers. Dies führt zu dem Vorteil einer höheren Endgeschwindigkeit (Overdrive).

[0011] Ferner kann das Getriebe mit der gewünschten Anfahrsgeschwindigkeit ausgelegt werden, welche die Geschwindigkeit 0 km/h umfaßt (geared neutral).

10 [0012] Für Fahrzeuge mit niedriger Endgeschwindigkeit kann die dritte Fahrstufe bei sonst gleichbleibenden Komponenten weggelassen werden, wodurch eine Standardisierung und damit wirtschaftliche Lösungen möglich werden.

[0013] In der Beschreibung und in den Ansprüchen sind zahlreiche Merkmale im Zusammenhang dargestellt und beschrieben. Der Fachmann wird die kombinierten Merkmale zweckmäßigerweise im Sinne der zu lösenden Aufgabe auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

[0014] Die Verwirklichung der Vorwärts-/Rückwärtsbereiche, Anfahrkupplung und des Kriechgangs kann je nach Bedarf mit den bekannten Anschlußgetrieben in Vorgelege 25 oder Planetenbauweise verwirklicht werden und wird hier nicht erörtert.

[0015] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, die Merkmale werden im Zusammenhang mit den Figuren erläutert.

30 [0016] Es ist dargestellt:

[0017] Fig. 1 eine schematische Darstellung des Getriebes;

[0018] Fig. 2 eine Schaltlogistik und

[0019] Fig. 3 einen Drehzahlplan für die Variante mit Anfahrsgeschwindigkeit gleich 0 km/h.

35 [0020] Eine nicht dargestellte Antriebsmaschine treibt das stufenlose Getriebe über eine Antriebswelle 1 an.

[0021] Auf der Antriebswelle 1 ist ein Zahnrad 3 fest montiert, das mit einem Zahnrad 4 eine Zahnradpaarung 21 mit konstanter Übersetzung, in der Regel ins Schnelle bildet.

40 [0022] Das Zahnradpaar 21 treibt ein Primärkegelscheibenpaar 11 eines Variators 10 an, das auf einer Vorgelege 2 angeordnet ist und über ein Umschlingungsorgan 12, z. B. eine Kette, einen Riemen oder ein Schubgliederband, mit einem Sekundärkegelscheibenpaar 13 in Wirkverbindung steht.

45 [0023] Das Sekundärkegelscheibenpaar 13 ist auf der Variatorausgangswelle 9 drehfest angeordnet. Die Übersetzung des Variators 10 ist stufenlos verstellbar, indem die Primärkegelscheiben 11 und die Sekundärkegelscheiben 13 entsprechend verstellt werden.

[0024] Hierzu dienen in der Regel hydraulische Steilorgane, die elektronisch von einem Mikroprozessor angesteuert werden, und zwar in Abhängigkeit von Motor- und/oder Fahrzeugbetriebsparametern. Einzelheiten sind hier nicht dargestellt.

[0025] Auf der Antriebswelle 1 sitzen zwei weitere Zahn- 60 räder 5 und 7, die mit dieser fest verbunden sind und mit den Gegenzahnradern 6 und 7, die auf der Variatorausgangswelle 9 drehbar koaxial angeordnet sind, die Zahnradpaarungen 22 und 23 bilden.

[0026] Das Summierungsgetriebe 20 hat einen Planetensatz mit Sonnenrad 16, Planetenrad 17, Planetenträger 15 und Hohlrad 18.

65 [0027] Zwei Kupplungen K3 und K4 sind auf der Variatorausgangswelle 9 drehbar koaxial angeordnet. Die eingangsseitige Hälfte der Kupplung K3 ist mit Zahnrad 6 und

die der Kupplung K4 mit Zahnrad 8 fest verbunden. Die ausgangsseitigen Hälften der Kupplungen K3 und K4 sind mittels Welle 14, die koaxial zu Welle 9 angeordnet ist, mit Planetenträger 15 des Summierungsgetriebes 20 fest verbunden.

[0028] Das Sonnenrad 16 ist mit der Variatorausgangswelle 9 fest verbunden.

[0029] Die abtriebsseitigen Kupplungen K1, K2 und die Ausgangswelle 19 sind koaxial zu Welle 9 angeordnet. Die Eingangsseite der Kupplung 1 steht mit Hohlrad 18 und die der Kupplung K2 über Welle 9 mit Sonnenrad 16 in fester Verbindung.

[0030] Die Ausgangsseiten der Kupplungen K1 und K2 stehen mit der Ausgangswelle 19 des Getriebes in fester Verbindung.

[0031] Antriebsseitig bilden das Sonnenrad 16 sowie Planetenträger 15 und abtriebseitig das Hohlrad 18 die Koppelglieder des Summierungsgetriebes 20.

[0032] Das stufenlose Getriebe wird mittels von vier Kupplungen K1, K2, K3, K4 in drei Fahrbereichen geschaltet. Die schematische Darstellung in Fig. 2 gibt die logistische Schaltung der Kupplungen an. Die nicht mit einem Kreis gekennzeichneten Kupplungen sind im entsprechenden Bereich geöffnet.

[0033] Die Schaltung zum Bereichswechsel erfolgt bei Synchrondrehzahl der jeweiligen Kupplungen, d. h., die zu schaltenden Schaltungselemente haben die gleiche Drehzahl. Für die Optimierung der Schaltqualität werden die Schaltelemente elektronisch gesteuert fahrparameterabhängig überschneidend geschlossen bzw. geöffnet.

[0034] Das Zahnradpaar Z1 treibt das Primärscheibenpaar 11 mit einer konstanten Drehzahl an, während das Sekundärscheibenpaar 13 über die Sekundärwelle 9 das Sonnenrad 16 (erstes eingangsseitiges Koppelglied) mit einer variablen Drehzahl antreibt.

[0035] Im ersten Fahrbereich wird der Planetenträger 15 über Zahnradpaar Z2, bei geschlossener Kupplung K3 mit konstanter Drehzahl angetrieben. Die Summierungsdrehzahl des Hohlrades 18 resultiert aus der Überlagerung der Drehzahlen des Sonnenrades 16 (variabel) und des Planetenträgers 15 (konstant) und wird über Kupplung K1 an die Getriebeausgangswelle 19 geleitet.

[0036] Am Anfang des ersten Bereiches haben die Kupplung K1 und die Ausgangswelle 19 bei Auslegung des Getriebes als "geared neutral" Synchrondrehzahl gleich Null, bei Anfangsgeschwindigkeit größer als 0 km/h wird eine Anfahrkupplung benötigt. Am Ende des ersten Fahrbereiches haben alle Koppelglieder des Summierungsgetriebes 20, d. h. Sonnenrad 16, Planetenträger 15 und Hohlrad 18 Synchrondrehzahl. Somit haben auch die Kupplungen K1, K2, K3 und die Ausgangswelle 19 die gleichen Drehzahlen.

[0037] Am Anfang des zweiten Fahrbereiches wird die Kupplungen K2 geschlossen und K3 geöffnet und damit die variable Drehzahl des Sekundärscheibenpaares 13 über die Welle 9 an die Ausgangswelle 19 geleitet. Die Kupplung K1 wird geschlossen gehalten, damit am Ende des zweiten Bereiches die beiden Hälften der Kupplung K4 und die Koppelglieder des Summierungsgetriebes 20 Synchrondrehzahl haben, die gleich der max. Drehzahl des Sekundärscheibenpaares 13 ist.

[0038] Im dritten Fahrbereich wird die Kupplung K4 geschlossen und die Kupplung K2 geöffnet. Damit wird Planetenträger 15 über Zahnradpaarung Z3 mit Konstantdrehzahl angetrieben. Die Regelung des Variators und die Koppelung des Summierungsgetriebes 20 ist mit Fahrbereich 1 identisch.

[0039] Die Übersetzungen der Zahnradpaare Z2 und Z3 sind so ausgelegt, daß die Drehzahl des Zahnrades 6 der

kleinsten und die des Zahnrades 8 der größten Drehzahl des Sekundärscheibenkegelpaar (13) entspricht.

[0040] Die Schaltlogistik ist bei Vor- und Rückwärtsfahrbereichen identisch.

#### Bezugszeichen

- 1 Antriebswelle
- 2 Vorgelegewelle
- 3-8 Zahnrad
- 9 Sekundärwelle
- 10 Variator
- 11 Primärkegelscheibenpaar
- 12 Umschlingungsorgan
- 13 Sekundärkegelscheibenpaar
- 14 Welle
- 15 Planetenträger
- 16 Sonnenrad
- 17 Planetenräder
- 18 Hohlrad
- 19 Ausgangswelle
- 20 Summierungsgetriebe
- Z1-Z3 Zahnradpaar
- K1-K4 Kupplungen

#### Patentansprüche

1. Getriebe mit einem stufenlos regelbaren Leistungszweig und einem Summierungsgetriebe 20 mit hydraulisch betätigten, kraftschlüssigen Schaltelementen (K1, K2, K3, K4), dadurch gekennzeichnet, daß das Primärkegelscheibenpaar (11) eines Variators (10) auf einer Vorgelegewelle (2) angeordnet ist und über ein Zahnradpaar Z1 (3, 4) von einer Antriebswelle (1) angetrieben wird, wobei ein Sekundärscheibenkegelpaar (13), das von dem Primärkegelscheibenpaar (11) über ein Umschlingungsorgan (12) angetrieben wird über die Sekundärwelle 9 mit einem Sonnenrad (16) des Summierungsgetriebes (20) verbunden ist.
2. Stufenloses Getriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebswelle (1) über das Zahnradpaar Z2 (5, 6) und Kupplung K3 oder Zahnradpaar Z3 (7, 8) und Kupplung (K4) nach Schaltlogistik wahlweise über Welle (14) mit Planetenträger (15) in trieblicher Verbindung steht.
3. Stufenloses Getriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Getriebe vier Anschlußelemente aufweist:
  - erstens: das Sonnenrad (16), das über die Welle (9) mit dem Sekundärscheibenkegelpaar (13) fest verbunden ist,
  - zweitens: den Planetenträger (15), der über die Welle (14) mit den Abtriebshälften der Kupplungen (K3 und K4) in fester Verbindung steht,
  - drittens: die Welle (9), die das Sekundärscheibenkegelpaar (13) mit der antriebsseitigen Hälfte der Kupplung K2 fest verbindet und
  - viertens: das Hohlrad (18), das mit der antriebsseitigen Hälfte der Kupplung (K3) fest verbunden ist.
4. Stufenloses Getriebe nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Übersetzungen der Zahnradpaare Z2 (5, 6) und Z3 (7, 8) so festgelegt sind, daß die Drehzahl des Zahnrades (6) der min. Drehzahl und die des Zahnrads (8) der max. Drehzahl des Sekundärscheibenkegelpaares (13) entspricht.
5. Verfahren zum Betrieb eines stufenlosen Getriebes nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltungen laut Fig. 2 elek-

tronisch und voll automatisch von einer Mikroprozessorsteuerung durchgeführt werden, und zwar abhängig von vorgegebenen Sollwerten, Kennfeldern, Fuzzyregeln, An-/Abtriebs-, Fahrzeug- oder Betriebsparametern.

5

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

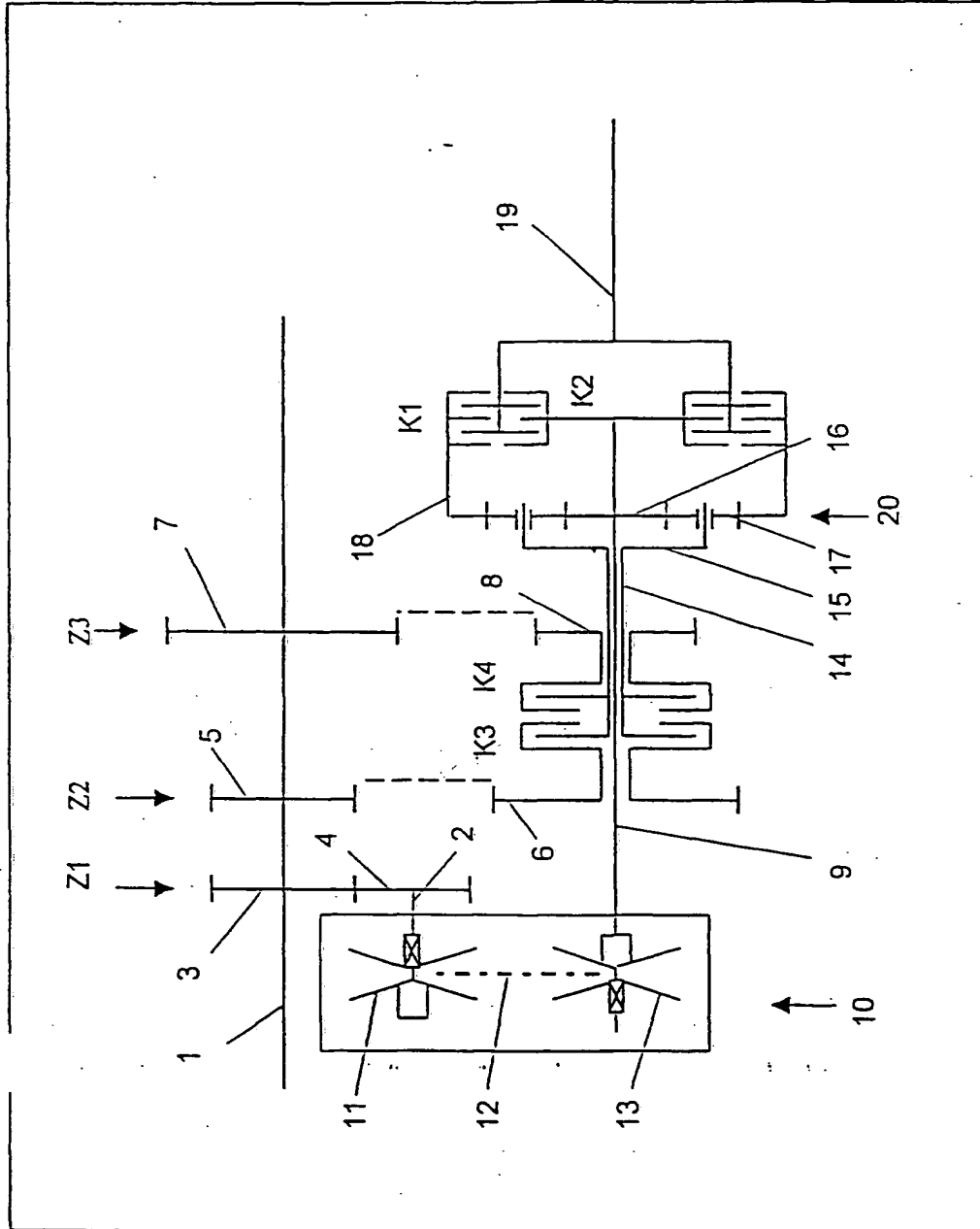
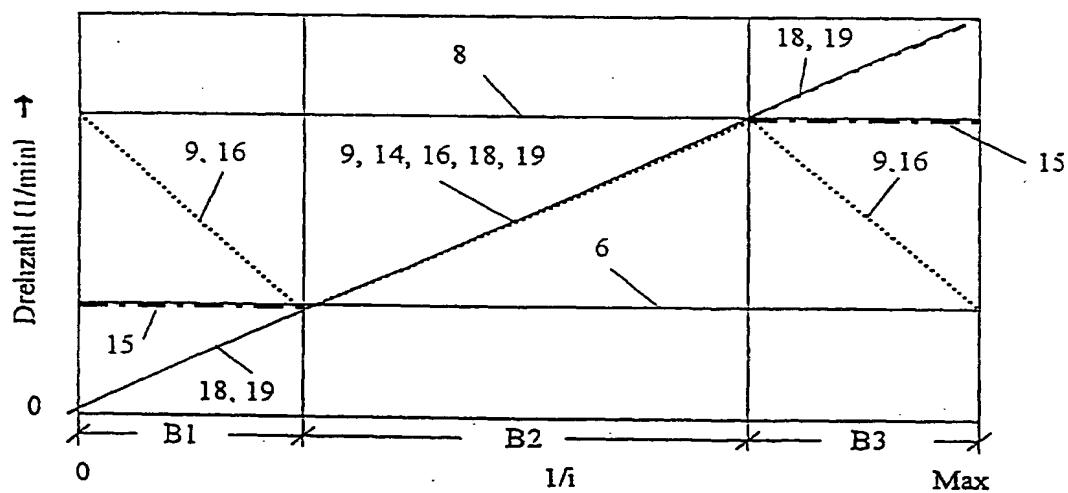


Fig. 2

	K1	K2	K3	K4
B1	●		●	
B2	●	●		
B3		●		●

● Kupplung geschlossen

Fig. 3



$i$ : Getriebeübersetzung  
 B1, B2, B3: Fahrbereiche  
 K1, K2, K3, K4: Schaltkupplungen